УДК 004.89:004.93

А.А. Орлов, А.В. Астафьев, А.В. Провоторов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета, Россия
Россия, 602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, 23

Алгоритм локализации изображений производственных маркировок с использованием анализа цветовых данных*

A.A. Orlov, A.V. Astafiev, A.V. Provotorov
Murom Institute (branch) of Vladimir State University, Russia
Russia, 602264, Vladimir region, Murom, Orlovskya str, 23

Algorithm for Localization of Production Mark Image with the Use of Analysis of the Color Data

А.А. Орлов, А.В. Астафьев, А.В. Провоторов
Муромський інститут (філія) Володимирського державного університету, Росія
Росія, 602264, Володимирська область, Муром, вул. Орловська, 23

Алгоритм локалізації зображень виробничих маркувань з використанням аналізу колірних даних

В статье показана актуальность разработки и внедрения систем локализации производственных маркировок на цифровых изображениях. Проведен анализ, описание и сравнение систем этого класса. Выявлены основные характеристики рассматриваемых систем и проанализированы существующие программные комплексы. Приведены результаты оценок характеристик систем на примере систем локализации государственных номерных знаков. Предлагается алгоритм локализации производственных маркировок с использованием анализа цветовых данных на цифровых изображениях.
Ключевые слова: локализация, производственные маркировки.

Is shown in the article the urgency of development and introduction of systems of localization of production markings on digital images. The analysis, description and comparison of this class of systems. Identified the main characteristics of the systems under consideration and analysed the existing software systems. Given the results of estimates of the characteristics of the systems on the example of localization systems of state license plates. It is proposed algorithm for localization of production markings with the use of analysis of the color data on digital images.
Key words: localization, production of labelling.

У статті показано актуальність розробки та впровадження систем локалізації виробничих маркувань на цифрових зображень. Проведено аналіз, опис і порівняння систем цього класу. Виявлено основні характеристики цих систем і проаналізовано існуючі програмні комплекси. Наведено результати оцінок характеристик систем на прикладі систем локалізації державних номерних знаків. Пропонується алгоритм локалізації виробничих маркувань з використанням аналізу колірних даних на цифрових зображень.
Ключові слова: локалізація, виробничі маркування.

Введение

Все большее распространение для автоматизации в промышленности получают системы технического (машинного) зрения (СТЗ) [1], позволяющие распознавать объекты и контролировать качество продукции. Новейшие технологии позволяют

* Работа поддержана грантом РФФИ 13-07-00845 А.

создавать камеры, схожие по строению с человеческим зрением. Интеллектуальные камеры машинного зрения применяются во многих областях промышленности и науки. Для целей автоматизации производственных процессов появляются проблемы выбора и создания алгоритмов для поиска, локализации и идентификации промышленных объектов [2]. Одной из таких проблем является проблема поиска и локализации меток на отслеживаемых объектах [3].

Целью исследования является разработка алгоритма локализации производственных маркировок с использованием анализа цветовых данных на цифровых изображениях и их построчной обработки для локализации промышленных маркировок.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить **ряд задач**:

1. Анализ существующих систем локализации.
2. Определение основных функциональных особенностей этих систем.
3. Формирование требований к разрабатываемому алгоритму локализации промышленных маркеров на основе анализа цветовых данных.

Сравнительный анализ систем локализации маркировки на цифровых изображениях

На первом этапе для анализа требований, предъявляемых к системам локализации промышленных маркировок, были рассмотрены системы локализации государственных номерных знаков автомобилей на цифровых изображениях и в видеопотоке ведущих отечественных и зарубежных производителей [4], [5].

Система «АВТО-Инспектор»

«АВТО-Инспектор» − специальный аппаратно-программный модуль для регистрации и распознавания автомобильных номеров компании «СТБ-Сервис» действует следующим образом. Над контролируемой полосой движения устанавливается ТВ-камера. Камера подключена к системе «АВТО-Инспектор», программное обеспечение которого обнаруживает появление автомобиля в кадре, отбирает кадр с оптимальным размером и четкостью автомобильного номера и распознает номер автомобиля из кадра. В базе данных сохраняется этот стоп-кадр, либо весь видеофрагмент, связанный с данным автомобилем, а также распознанный номер автомобиля, дата и время проезда автомобиля.

Итогом работы становится строка с распознанным номером и стоп-кадр с изображением автомобиля, отправленным в базу данных.

Система «Авто-Интеллект»

Компания ITV разработала систему распознавания автомобильных номеров под названием «Авто-Интеллект».

Принцип действия системы распознавания автомобильных номеров заключается в следующем: при движении автомобиля на участке дорожного полотна в поле «зрения» телекамеры происходит автоматическое распознавание государственного регистрационного знака, его запись в журнал и проверка на совпадение с номерами в базах данных.

Система «SL-Traffic»

SL-Traffic – программный модуль считывания и распознавания автомобильных номеров в режиме реального времени компании СпецЛаб. Модуль работает в качестве видеофильтра в системе GOALcity или может встраиваться в любую систему видеорегистрации, в том числе и сторонних фирм.

Принцип действия. На контрольном пункте устанавливается видеокамера согласно перечисленным выше требованиям. Видеосигнал с данной камеры вводится в компьютер посредством устанавливаемой в него платы видеозахвата и в режиме реального времени обрабатывается программным модулем считывания и распознавания автомобильных номеров SL-Traffic.

В ходе анализа систем-аналогов были выделены важные критерии для оценки систем локализации государственных номерных знаков автомобилей на цифровых изображениях и в видеопотоке:

– максимально допустимая скорость движения;
– максимальное количество одновременно распознаваемых номеров;
– требуемая освещенность;
– вертикальный угол наклона к плоскости дорожного полотна;
– вероятность локализации и распознавания;
– минимальная высота номера в кадре.

Результат анализа рассматриваемых систем представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Результат анализа систем-аналогов

Показатель	Название системы		
	АВТО-Инспектор	Авто-Интеллект	SL-Traffic
Максимально допустимая скорость движения, км/ч	До 150	До 150	Не указано
Максимальное количество одновременно распознаваемых номеров	Не ограничено	Не указано	До 20
Требуемая освещенность, лк	Не менее 50	Не менее 50	Не указано
Вертикальный угол наклона к плоскости дорожного полотна, град	До 40	До 30	До 60
Вероятность локализации и распознавания, %	Не менее 95	Не менее 90	Не менее 70
Минимальная высота номера в кадре, пикселей	Не указано	Не указано	25

В результате анализа можно выделить минимальные требования для разработки системы локализации, чтобы она была конкурентоспособна на рынке:

– максимально допустимая скорость движения – не менее 150 км/ч;
– максимальное количество одновременно распознаваемых номеров – не менее 20;
– требуемая освещенность – не менее 50 лк;
– вертикальный угол наклона к плоскости дорожного полотна – не менее 40 градусов;
– вероятность локализации и распознавания – не менее 90%;
– минимальная высота номера в кадре – не более 25 пикселов.

Для разработки системы, соответствующей поставленным требованиям, необходим специальный алгоритм локализации маркировок. Его разработка рассмотрена далее.

Орлов А.А., Астафьев А.В., Провоторов А.В.

Разработка алгоритма локализации производственных маркировок

Разработка алгоритма основана на том, что каждая маркировка, используемая в производственных целях, имеет свою индивидуальную цветовую палитру. К примеру, государственные номера автомобилей могут использовать белый, черный, синий, красный и другие цвета, как и маркировки, основанные на применении штрих-кодов (рис. 1) [5].



Рисунок 1 – Виды маркировок

При анализе производственных изображений предполагается использовать метод сравнения цветовых данных входного цифрового изображения с эталоном [6].

Разработанный алгоритм локализации можно представить в виде последовательности следующих действий:

1. В соответствии с размерами входного изображения строится матрица отклонений цветовых параметров от эталона с использованием формулы [7]:

$$C_{i,j} = |Color - M_{i,j}|,$$

где *Color* – цвет-эталон, описанный вектором RGB,

$M_{i,j}$ – цвет текущего пиксела изображения, описанный вектором RGB.

2. Рассчитываются значения каждой строки матрицы изображения нарастающим итогом по формуле [1] (данный подход использовался в [1] для локализации на основе анализа всплесков яркости):

$$C_{i,j} = C_{i,j} + C_{i,j-1},$$

3. Каждая строка изображения дифференцируется с помощью функции:

$$\begin{cases} C_{i,j+L} - C_{i,j}, если\ j < W - L \\ C_{j,w} - C_{i,j},\ если\ j > W - L, \end{cases}$$

где W – ширина входного изображения,

L – ширина маркера.

4. Находится максимальное значение из матрицы С и рассчитывается матрица степеней нахождения метки в определенных точках:

$$C_{i,j} = \frac{\max - C_{i,j}}{\max},$$

где max – максимальное значение матрицы С.

В результате работы алгоритма получается матрица, каждый элемент которой показывает, с какой степенью рассматриваемый пиксел изображения принадлежит к области маркировки. Пример использования алгоритма приведен на рис. 2.



Рисунок 2 – Пример использования алгоритма

Таким образом, зная соотношения сторон маркировки изделия, можно из получившихся трех областей выявить именно ту, которая относится к области маркера (рис. 3).



Рисунок 3 – Выделение области маркера по соотношению сторон.

Выводы

В итоге был разработан алгоритм локализации производственных маркировок с использованием анализа цветовых данных. Предложенный подход, основанный на построчной обработке, позволяет увеличить гибкость настройки алгоритма для различных условий производства и разных типов маркировки.

Литература

1. Астафьев А.В. Реализация и применение алгоритма цифровой локализации изображений символьных меток на основе анализа скорости изменения яркости / А.В. Астафьев, А.А. Орлов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.
2. Коваленко Е.Н. Методы выделения номерного знака на изображении / Е.Н. Коваленко, А.В. Сытник / Научно-исследовательский институт прикладной электроники [Электронный ресурс]. – Киев, 2007. – Режим доступа : http://visa.net.ua/content/maket015.pdf.
3. Гаганов В. Сегментация движущихся объектов в видео потоке / В. Гаганов, А. Конушин // Научно-популярный online-журнал Графика и Мультимедиа [Электронный ресурс].
4. Гашников М.В. Методы компьютерной обработки изображений. [Текст] / М.В. Гашников, Н.И. Глумов, Н.И. Ильясова. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с.
5. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М : Техносфера, 2005. – 1072 с.

6. Астафьев А.В. визуальных систем мониторинга производственного процесса на промышленных предприятиях / А.В. Астафьев, А.В. Провоторов, А.А. Орлов // Научный журнал «Вестник НГУЭУ». – 2011. – Т. 114, № 1. – С. 26-32.
7. Астафьев А.В. Разработка методики автоматической идентификации промышленных изделий на основе анализа методов маркировки [Текст] / А.В. Астафьев, А.В. Провоторов, А.А. Орлов // Технические науки : проблемы и перспективы. – 2011. – № 1.

Literatura

1. Astafiev A.V., Orlov A.A. Implementation and application of the algorithm of digital localization images character tags on the basis of the analysis of the rate of change of brightness // Modern problems of science and education. - 2012. - № 6.
2. Kovalenko E.N., Sytnik A.V. The methods for the license plate on the image / Scientific-research Institute of applied electronics. – Kiev - 2007. [Electronic resource]. - Mode of access: http://visa.net.ua/content/maket015.pdf.
3. Gaganov. Konouchine And. Segmentation of moving objects in video stream // Scientific-popular online magazine Graphics and Multimedia [Electronic resource].
4. Gashnikov M.V., Glumov N.I, Ilyasov N. The methods of computer processing of images. [Text] - M.: FizMatLit, 2003.-784p.
5. Gonzalez P. Digital processing of images [Text] / R. Gonzalez, P. The woods. - M: Technosphere, 2005. -1072 p.
6. Astafjev A.V., Provotorov A.V., Orlov A.A. Analysis of visual systems of monitoring of the production process at the industrial enterprises // Scientific journal "journal of NGYIY" - 2011, no. 1, T.114. p. 26-32.
7. Astafiev A.V., Provotorov A.V., Orlov A.A. Development of a technique for the automatic identification of industrial products on the basis of the analysis of methods of marking [Text] /science/ Engineering: problems and perspectives no. 1. - St. Petersburg, 2011.

RESUME

A.A. Orlov, A.V. Astafiev, A.V. Provotorov

Algorithm for Localization of Production Markings Image with the Use of Analysis of the Color Data

The article shows the urgency of creation of systems of technical vision and the development of algorithms for the localization of production markings [1, 2].

The aim of the research is the development of algorithm for localization of production markings with the use of analysis of the data on the digital images.

In the course of the work carried out a comparative analysis of the systems of analogues, for example localization systems and detection state registration numbers. In the analysis of the considered systems such as AUTO-Inspector, Auto-Intelligence, SL-Traffic [6, 7].

At the second stage of the study developed algorithm of localization of production markings with the use of analysis of the data on digital images. The proposed approach, allows to increase the flexibility of the algorithm settings for different conditions of production and different types of markings.

Статья поступила в редакцию 05.04.2013.